

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.21.034

面部扫描结合口内扫描在数字化微笑设计及前牙种植修复中的应用

张 颖

(苏州卫生职业技术学院附属口腔医院修复科, 江苏 苏州 215000)

[摘要]目的 探讨在数字化微笑设计及前牙种植修复中应用面部扫描结合口内扫描的效果。方法 选取2022年1月-2024年6月于本院接受前牙种植修复治疗的80例患者, 以随机数字表法分为对照组和观察组, 各40例。对照组采用传统硅橡胶取模结合面弓转移技术进行修复, 观察组采用面部扫描结合口内扫描技术进行数字化微笑设计及修复, 比较两组修复效率指标、修复体边缘适合性、美学效果、牙周健康状况及不良事件发生情况。结果 观察组修复体制作时间及总就诊次数低于对照组 ($P<0.05$) ; 观察组修复体颊侧、舌侧、近中、远中边缘间隙及平均边缘间隙低于对照组 ($P<0.05$) ; 观察组PES、WES评分及美学总评分高于对照组 ($P<0.05$) ; 观察组探诊深度、改良菌斑指数、改良龈沟出血指数、软组织健康指数优于对照组 ($P<0.05$) ; 两组各项不良事件发生率比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$) 。结论 面部扫描结合口内扫描在数字化微笑设计及前牙种植修复中的应用价值确切, 可有效提高修复体精度, 缩短制作时间, 减少就诊次数, 提升美学效果和患者满意度, 有利于改善牙周健康状况, 降低不良事件发生几率。

[关键词] 面部扫描; 口内扫描; 数字化微笑设计; 前牙种植修复

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 21-0134-04

Application of Facial Scanning Combined with Intraoral Scanning in Digital Smile Design and Implant Restoration of Anterior Teeth

ZHANG Ying

(Department of Prosthodontics, Stomatological Hospital Affiliated to Suzhou Vocational Health College, Suzhou 215000, Jiangsu, China)

[Abstract]Objective To explore the effect of facial scanning combined with intraoral scanning in digital smile design and implant restoration of anterior teeth. Methods A total of 80 patients who received implant restoration of anterior teeth in our hospital from January 2022 to June 2024 were selected, and they were divided into the control group and the observation group by the random number table method, with 40 patients in each group. The control group was restored with traditional silicone rubber impression combined with facebow transfer technology, and the observation group received digital smile design and restoration with facial scanning combined with intraoral scanning technology. The restoration efficiency indicators, restoration marginal adaptation, aesthetic effect, periodontal health status and adverse events were compared between the two groups. Results The restoration production time and total number of visits in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The buccal, lingual, mesial and distal marginal gaps of the restoration and average marginal gap in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). The PES score, WES score and total aesthetic score in the observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$). The probing depth, modified plaque index, modified sulcus bleeding index and soft tissue health index in the observation group were better than those in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in the incidence of various adverse events between the two groups ($P>0.05$). Conclusion Facial scanning combined with intraoral scanning has definite application value in digital smile design and implant restoration of anterior teeth. It can effectively improve restoration accuracy, shorten production time, reduce the number of visits, enhance aesthetic effect and patient satisfaction, help to

improve periodontal health status, and reduce the risk of adverse events.

[Key words] Facial scanning; Intraoral scanning; Digital smile design; Implant restoration of anterior teeth

前牙种植修复（implant restoration of anterior teeth）不仅需恢复患者的咀嚼功能，更需达成理想的美学效果^[1]。近年来，数字化微笑设计理念已逐渐成为前牙美学修复的重要指导工具^[2, 3]。面部扫描技术可精准获取患者三维面部数据，客观记录面部对称性、唇线关系及微笑动态等关键美学参数^[4]；口内扫描技术则能精确采集口内软硬组织信息，有效规避传统印模材料的形变误差^[5]。两者结合应用可为数字化微笑设计奠定良好基础。基于此，本研究旨在探究面部扫描结合口内扫描在数字化微笑设计及前牙种植修复中的应用效果，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月–2024年6月于苏州卫生职业技术学院附属口腔医院接受前牙种植修复治疗的80例患者，以随机数字表法分为对照组和观察组，各40例。对照组男16例，女24例；年龄25~48岁，平均年龄（36.18±5.23）岁。观察组男18例，女22例；年龄26~46岁，平均年龄（35.42±4.67）岁。两组性别、年龄比较，差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），研究可比。本研究经院伦理委员会批准（审批号：2021-KY-156），患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准：年龄18~65岁；前牙区单/多颗牙缺失需行种植修复；种植区骨量充足或经骨增量后满足种植条件。排除标准：全身系统性疾病；严重磨牙症或颞下颌关节紊乱。

1.3 方法 对照组采用传统硅橡胶取模结合面弓转移技术进行修复：①种植手术：采用盐酸阿替卡因肾上腺素行局部浸润麻醉，翻瓣暴露牙槽骨，使用种植机（奥地利W&H公司）按标准流程植入种植体（Straumann BLT种植体），缝合创口；②愈合期：种植体植入后愈合3~6个月，佩戴临时义齿；③二期手术：暴露种植体，连接愈合基台，软组织成形2~4周；④取模：用个性化托盘及硅橡胶印模材料取模，记录颌位关系；⑤比色（VITA比色板）；⑥技工制作：技师根据面弓数据在半调节咬合架上制作全瓷冠（IPS e.max Press铸瓷系统，列支敦士登义获嘉公司）；⑦试戴与粘接：试戴

调整后使用树脂粘接剂（美国3M ESPE公司，型号：RelyX U200）永久粘接。观察组采用面部扫描结合口内扫描技术进行数字化微笑设计及修复：①种植手术：同对照组；②数据采集：种植体植入愈合后，用面部扫描仪采集数据，记录面中线、瞳孔连线、口角连线等参考线；用口内扫描仪扫描上下颌牙列、种植体及周围软组织；③数据整合与微笑设计：将面部扫描数据和口内扫描数据导入数字化微笑设计软件（西班牙DSD公司）；配准采用半自动方法：首先由软件基于牙齿表面特征进行初步自动匹配，生成虚拟修复方案，与患者沟通确认；④临时修复体制作：通过CAD/CAM系统（inLab MC XL铣削中心，德国西诺德公司）加工临时修复体（PMMA材料），通过调整其龈下轮廓和邻接点设计进行软组织引导塑形，试戴评估2~4周；⑤永久修复体制作：根据临时修复体反馈优化设计，使用CAD/CAM系统制作氧化锆全瓷冠（Katana氧化锆，日本可乐丽公司），数字化比色通过口内扫描仪内置比色功能完成；⑥试戴与粘接：数字化评估修复体适合性后，使用树脂粘接剂永久粘接。

1.4 观察指标

1.4.1记录两组修复效率指标 记录两组患者从二期手术（或扫描采集）至永久修复体粘接完成的制作时间及总就诊次数。

1.4.2评估两组修复体边缘适合性 修复体粘接前，使用硅橡胶轻体印模材料涂布于修复体内表面，就位加压后取出，测量颊侧、舌侧、近中、远中4个位点的边缘间隙，并计算平均值。

1.4.3评估两组美学效果 修复后1个月使用粉红美学评分（PES）评估软组织美学，总分14分，转换为10分制，得分=实际得分/14×10；使用白色美学评分（WES）评估修复体美学，总分10分；分数越高表示美学效果越好。

1.4.4评估两组牙周健康状况 修复后6个月用牙周探针对修复体周围软组织健康状况进行评估。①探诊深度（PD）：探针测量；②改良菌斑指数（mPI）：0~3分，分数越高菌斑越严重；③改良龈沟出血指数（mSBI）：0~3分，

分数越高出血越严重；④软组织健康指数= $(PD+mPI+mSBI)/3$ 。

1.4.5记录两组不良事件发生情况 包括数据采集/取模失败、配准误差/比色不准、临时修复体调改≥3次、永久修复体需重做、临时修复期软组织炎症等。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0统计学软件进行数据分析, 计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 行t检验; 计数资料以 $[n (\%)]$ 表示, 行 χ^2 检验; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组修复效率指标比较 观察组修复体制作时间为 (8.25 ± 1.43) d, 短于对照组的

(15.67 ± 2.89) d ($t=14.554, P < 0.05$) ; 观察组总就诊次数为 (3.15 ± 0.52) 次, 低于对照组的 (5.43 ± 0.78) 次 ($t=15.382, P < 0.05$) 。

2.2 两组修复体边缘适合性比较 观察组修复体颊侧、舌侧、近中、远中边缘间隙及平均边缘间隙低于对照组 ($P < 0.05$), 见表1。

2.3 两组美学效果比较 观察组PES、WES评分及美学总评分高于对照组 ($P < 0.05$), 见表2。

2.4 两组牙周健康状况比较 观察组探诊深度、改良菌斑指数、改良龈沟出血指数、软组织健康指数优于对照组 ($P < 0.05$), 见表3。

2.5 两组不良事件发生情况比较 两组各项不良事件发生率比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表4。

表1 两组修复体边缘适合性比较 ($\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)

| 组别 | n | 颊侧 | 舌侧 | 近中 | 远中 | 平均边缘间隙 |
|-----|----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 观察组 | 40 | 43.25 ± 7.83 | 46.18 ± 9.24 | 44.67 ± 8.35 | 47.18 ± 9.42 | 45.32 ± 8.67 |
| 对照组 | 40 | 76.34 ± 11.56 | 79.82 ± 13.45 | 77.58 ± 11.89 | 80.06 ± 12.67 | 78.45 ± 12.34 |
| t | | 14.989 | 13.038 | 14.326 | 13.171 | 13.894 |
| P | | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 |

表2 两组美学效果比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

| 组别 | n | PES 评分 | WES 评分 | 美学总评分 |
|-----|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| 观察组 | 40 | 8.76 ± 0.83 | 8.80 ± 0.68 | 9.28 ± 0.71 |
| 对照组 | 40 | 7.52 ± 0.96 | 8.16 ± 0.82 | 8.34 ± 0.85 |
| t | | 6.180 | 3.800 | 5.368 |
| P | | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 |

表3 两组牙周健康状况比较 ($\bar{x} \pm s$)

| 组别 | n | 探诊深度 (mm) | 改良菌斑指数 (分) | 改良龈沟出血指数 (分) | 软组织健康指数 (分) |
|-----|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 观察组 | 40 | 2.15 ± 0.38 | 0.42 ± 0.13 | 0.48 ± 0.18 | 1.02 ± 0.12 |
| 对照组 | 40 | 2.68 ± 0.52 | 0.75 ± 0.24 | 0.82 ± 0.28 | 1.42 ± 0.12 |
| t | | 5.205 | 7.647 | 6.460 | 14.907 |
| P | | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 |

表4 两组不良事件发生情况比较 [$n (\%)$]

| 组别 | n | 数据采集/取模失败 | 配准误差/比色不准 | 临时修复体调改≥3次 | 永久修复体需重做 | 临时修复期软组织炎症 |
|----------|----|-----------|-----------|------------|-----------|------------|
| 观察组 | 40 | 2 (5.00) | 1 (2.50) | 6 (15.00) | 1 (2.50) | 3 (7.50) |
| 对照组 | 40 | 3 (7.50) | 5 (12.50) | 11 (27.50) | 4 (10.00) | 5 (12.50) |
| χ^2 | | 0.213 | 2.883 | 1.867 | 1.920 | 0.556 |
| P | | > 0.05 | > 0.05 | > 0.05 | > 0.05 | > 0.05 |

3 讨论

前牙种植修复是口腔修复学的技术难点之一，传统修复流程存在误差累积、美学信息传递不完整、制作周期长等缺陷，且难以精准捕获面部与口内结构的三维空间关系，导致修复体面部协调性欠佳^[6, 7]。口内扫描技术可实现高精度口内三维数据采集^[8]，面部扫描技术能精准记录美学参考信息^[9]，结合CAD/CAM系统的微米级制作精度，理论上可提升修复体质量^[10]。

本研究中，观察组修复体颊侧、舌侧、近中、远中边缘间隙及平均边缘间隙低于对照组 ($P<0.05$)。分析原因，口内扫描的数字化数据传输避免了印模材料聚合收缩和石膏模型膨胀收缩的多重误差累积，CAD/CAM系统的数控加工消除了人工操作的随机性误差，氧化锆瓷块标准化铣削可实现微米级加工精度。观察组探诊深度、改良菌斑指数、改良龈沟出血指数、软组织健康指数优于对照组 ($P<0.05$)，与陈江^[11]研究结论一致。李国宾等^[12]研究显示，边缘间隙超过100 μm 时种植体周围炎发生率增加2.8倍，本研究对照组平均边缘间隙接近这一风险阈值，而观察组处于安全范围，因此其软组织健康状况恢复更佳。观察组修复体制作时间及总就诊次数低于对照组 ($P<0.05$)。数字化流程通过数据的即时传输和虚拟设计，将物理操作转化为数字化处理，CAD/CAM系统可在数小时内完成从设计到加工的全过程^[13]。观察组PES、WES评分及美学总评分高于对照组 ($P<0.05$)；两组各项不良事件发生率比较，差异无统计学意义 ($P>0.05$)，这主要源于面部扫描技术对美学参数的精准捕获和数字化微笑设计的可视化预测功能。面部扫描能够获取患者面部中线、瞳孔连线、口角线等关键参考线的三维空间关系，并记录静态和动态微笑时的唇线变化轨迹，这些数据为修复体的切端位置、长宽比例、颊舌向倾斜度提供了客观依据^[14]。此外，CAD/CAM制作的临时修复体其外形轮廓、出龈角度、邻接点位置均经过精确计算，能够对软组织施加持续稳定的塑形压力^[15]。

综上所述，面部扫描结合口内扫描在数字化微笑设计及前牙种植修复中的应用价值确切，可有效提高修复体精度，缩短制作时间，减少就诊次数，提升美学效果和患者满意度，有利于改善牙周健康状况，降低不良事件发生几率。

【参考文献】

- [1] 张嫣,袁旭敏,李季.前牙区微创手术拔牙后即刻种植在前牙修复患者中的效果及美学影响研究[J].山西医药杂志,2022,51(2):186-188.
- [2] 谢慧心,张云,张桂荣.数字化微笑设计与美学预评估临时修复技术在前牙瓷贴面修复中的应用效果研究[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(5):542-549.
- [3] 黄进静,陈洛,于海洋,等.数字化微笑设计在前牙美学修复中的应用及研究进展[J].口腔医学,2022,42(9):860-864.
- [4] 翁卓悦,吴梦婕.面部三维扫描技术在口腔正畸临床中应用研究进展[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(6):727-732.
- [5] 黄清川,黄翠,蔡新杰.数字化口内扫描技术在口腔修复学临床和教学中的应用[J].口腔颌面修复学杂志,2022,23(5):366-373.
- [6] 章福保,刘子燕,曾永发,等.数字化种植牙外科导板辅助种植体植入术的效果评价[J].微创医学,2020,15(6):708-711,747.
- [7] 宋雨菲,程焕芝,范海霞,等.3D打印技术在口腔医学、颌面外科修复重建中的作用与优势[J].中国组织工程研究,2025,29(22):4823-4831.
- [8] 谢能皓,乔波,朱亮,等.口内扫描配准种植机器人在种植牙手术中的应用[J].华西口腔医学杂志,2024,42(6):804-809.
- [9] 谢慧心,张云,张桂荣.数字化微笑设计与美学预评估临时修复技术在前牙瓷贴面修复中的应用效果研究[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(5):542-549.
- [10] 吴玉禄,王嘉莹,龚旭,等.从修复工艺角度浅谈牙科CAD/CAM氧化锆材料的应用与进展[J].实用口腔医学杂志,2024,40(4):587-592.
- [11] 陈江.数字化技术在种植修复体穿龈轮廓塑造中的应用[J].中华口腔医学杂志,2022,57(4):334-339.
- [12] 李国宾,孟二凤.重度牙周炎患者全牙弓即刻种植即刻修复后发生种植体周围黏膜炎的风险因素分析及预测模型构建[J].贵州医药,2025,49(8):1309-1311.
- [13] 徐大鹏,景捷,马璐,等.基于种植牙愈合过程模拟上颌后牙种植体选择的生物力学分析[J].中国组织工程研究,2023,27(25):3942-3948.
- [14] Coachman C, Blatz MB, Bohner L, et al. Dental software classification and dento-facial interdisciplinary planning platform[J]. J Esthet Restor Dent, 2021, 33(1): 99-106.
- [15] 朱秀英,梁立山.置骨法重塑种植牙牙间龈乳头的稳定性观察[J].中国医药导报,2023,8(17):59-61.